第33卷 第3期 昆虫学报 Vol. 33, No. 3
1990年8月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Aug., 1990

松毛虫赤眼蜂触角板状感器的超微结构研究

戴玲美*　　吴敦肃　郭一松
（山东大学，济南）　（中国科学院上海植物生理研究所，上海）

摘要　以扫描电镜观察到松毛虫赤眼蜂（*Trichogramma dendrolimi*）触角板状感器呈弯形长板状隆起在触角的表面。在透射电镜下感器的横切面是一个角质多孔的长圆顶结构，两侧的角质内陷而将感器分成一个中央管和两个侧管。中央管较短，宽为0.7微米，而侧管不明显。树状突远端部分的少量分枝在中央管内成纵行排列，继而分出大量分枝到达圆顶的顶部，每一分枝中包含一根神经小管。感器外部的角质孔板厚为0.19—0.25微米，嗅孔细管位于孔室中，它和树状突分枝的膜相接触。板状感器由神经细胞体、树状突的近端部、纤毛区、树状突的远端部及其分出的分枝等组成。树状突的远端部分横过感器的纵轴呈90°角进入中央管，其分枝到达感器圆顶的顶部。从超微结构研究，它有嗅孔细管存在，说明板状感器有嗅觉作用。

关键词　松毛虫赤眼蜂　触角　板状感器　超微结构

关于昆虫触角感器超微结构的研究，在小蜂总科中有7科13种的板状感器的外部和内部超微结构的比较（Barlin 等，1981）；姬蜂总科的蚜茧蜂（*Aphidius smithi*）、埃姬蜂（*Itoplectis conquisitor*）和蜜蜂总科的意大利蜜蜂（*Apis mellifera*）板状感器的内部超微结构也有报道（Borden, 等 1978a、1978b 和 Slifer 等，1960）。在赤眼蜂属中只有对广赤眼蜂（*Trichogramma evanescens*）、巴西赤眼蜂（*T. brasiliensis*）、负泥虫赤眼蜂（*T. malthyi*）三种（Voegelè 等，1975）和松毛虫赤眼蜂（*T. dendrolimi*）、玉米螟赤眼蜂（*T. ostriniae*）、舟蛾赤眼蜂（*T. closterae*）三种(戴玲美，1986、1988）的雌性触角感器外部形态的超微结构进行观察。这些感器的内部结构，在国内外还未见报道。

本文对松毛虫赤眼蜂触角的板状感器做了详细描述，并将它的内部超微结构和外部形态相联系，探讨感器的功能，从而阐明板状感器在赤眼蜂搜寻寄主和产卵行为中的作用。

材料和方法

实验所用的材料是经室内培养的活蜂，切下头部，浸入2.5%戊二醛中固定2小时，用0.1 mol/L 二甲砷酸钠缓冲液清洗3次，再在1%锇酸中作后固定，2小时后，用0.1mol/L 二甲砷酸钠缓冲液清洗3次，经30－100%系列酒精脱水，环氧丙烷过渡，包埋于 Epon 650-扩-1 中。用 LKB-V 型超薄切片机切片，经醋酸双氧铀和柠檬酸铅双染色，然后用 JEOL 100 CX II 型透射电镜观察。

本文于1987年5月收到。
* 现在宁波大学工作。

观察结果

松毛虫赤眼蜂感器共有 9 种，其中板状感器在扫描电镜下见到是一个弯形的角质长板，隆起在触角的表面，它的纵轴和触角的纵轴相平行（图 1)。在雌体共有 5 个，分布在触角棒节上，长约 45 微米，宽约 2.5—3.0 微米。其中一个是位于棒节背面的中部，另外 4 个一对在侧面，一对在腹侧面，排列较对称。侧面的 2 个，它们的远端约 1/20 伸出触角之外，另外 3 个仅远端的顶部稍游离，而其它的部分都和触角表面相连(戴玲美，1986)。在雄体中只见到 3 个分布在触角的鞭节上，2 个位于鞭节的外侧成纵行的前后平行排列，长度约为 43 微米，宽为 2.5 微米。其中。外侧远端的一个和内侧的一个成对称排列，它们远端的 1/10 伸出触角之外，外侧后面的一个，顶端稍有游离。

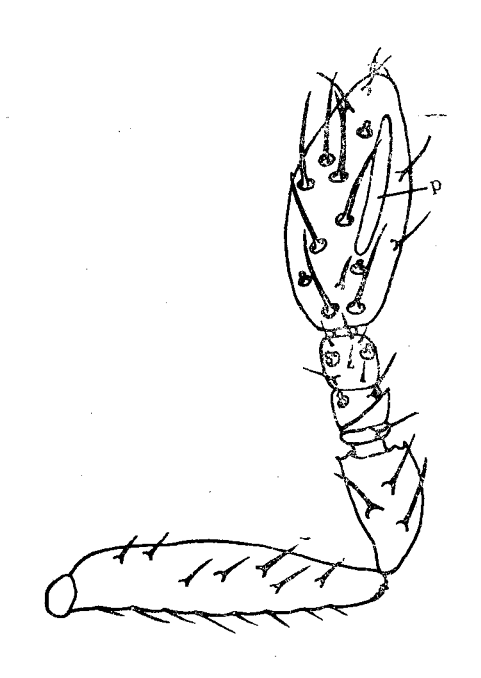


图 1 松毛虫赤眼蜂雌性触角
P 板状感器

从透射电镜观察，它们的超微结构都是相似的，感器的横切面是一个角质多孔的圆顶结构，高出触角表面 2 微米，两侧的角质内陷将感器分成一个中央管和两个侧管。外部角质板厚度为 0.19—0.25 微米，在板中见有嗅孔分布，其直径为 0.013 微米。嗅孔导管穿过约 1/4 厚的孔板进入了宽大的孔室(图版 I:1),孔室呈钟状，在孔室中存在不很明显的嗅孔细管，它们和树状突分枝的膜相接触。这些结构都埋藏在角质孔板中。

感器两侧的角质内陷形成了一个中央管和两个侧管，中央管较短，而侧管不明显，中央管宽为 0.7 微米。树状突远端部分的少量分枝在中央管内成纵行排列，继而分出的大量分枝到达圆顶的顶部(图版 I:2)。每一分枝中包含一根神经小管(图版 I:1)。

神经细胞体位于感器基部触角周围的组织中，其神经分枝插入感器。细胞体的树状突由含有细胞器近端的不分枝部分和没有细胞器而含神经小管的远端分枝部分组成，在这两部分的连接处是纤毛区，这里可见到两个基体和由基体向细胞体伸出的纤毛小根(图版 I:3)。同时在纤毛区的横切面上可以看到两种类型的纤毛微管排列形式：一种为 $9\times2+0$；另一种为 $9\times2+9\times2+0$ 的两层同心环结构。二者均不存在中央微管(图版 I:4)。整个树状突的近端部分和远端的未分枝部分，被一个内鞘细胞包着，而在内鞘细胞的外面又有一个外鞘细胞。它同时将没有被内鞘细胞围绕的树状突远端的分枝部分包围着，然后外鞘细胞再延伸到侧管中(图版 I:5)。这两种鞘细胞都呈片状，内含有大量的线粒体。

树状突的远端部分横过感器的纵轴呈 90° 角进入了中央管，它们分出许多分枝到达圆顶的顶部，每个分枝中的一条神经小管和孔室中的嗅孔细管相接触。

从观察中，可以知道在感器的横切面上能看到以下各组成部分，神经细胞体、树状突近端的不分枝部分、纤毛区和树状突远端的分枝部分。这些部分是组成板状感器的主要区域。

讨　　论

在超薄切片上，我们见到小蜂总科(Chalcidoidea)中，赤眼蜂科(Trichogrammatidae)的松毛虫赤眼蜂雌体和雄体触角上的板状感器都是同一种类型，这和姬蜂总科(Ichneumonoidea)中，茧蜂科(Braconidae)的 *Cocloides brunner* (Richerson et al., 1972)、*Itoplectis conquisitor* 和蚜茧蜂科(Aphidiidae)的*Aphidius smithi* (Borden et al., 1978)以及蜜蜂总科(Apoidea)中，蜜蜂科(Apidae)的意大利蜜蜂(Slifer et al., 1960)只存在一种类型相同，但又和小蜂总科中寡节小蜂科(Eulophidae)的 *Tetrastichus hagenowii*、*Coccophagus pulvinariae*，扁股小蜂科(Elasmidae)的 *Elasmus polistis*，长尾小蜂科(Torymidae)的 *Torymus warreni*，金小蜂科(Pteromalidae)的 *Muscidifurax zaraptor*、*Spalangia drosophilae*、*Cecidiostiba dendroctoni* 等种类的雌体出现两种类型而雄体只有一种类型(Barlin et al., 1981)的情况不一样。由此看来，膜翅目中小蜂总科是独特的，某些种类的板状感器在雌体中可以有两种类型存在，而雄体只有一种类型。

我们见到赤眼蜂的板状感器和金小蜂科中 *Muscidifurax zaraptor* 的很相似，它们都是中央管短而侧管不明显。而和寡节小蜂科中 *Tetrastichus hagenowii* 的不同，它的中央管长而侧管明显。

小蜂总科的板状感器为长形，和姬蜂总科相同而和蜜蜂总科的意大利蜜蜂为卵圆形的不同。但它们的感器都和触角纵轴平行这一点是相一致的。除此之外，小蜂总科在圆顶的顶部板内面是不存在横嵴的，而姬蜂总科的种类具有明显的横脊(Borden 等，1978)。

在纤毛区的横切面上所见到的两种排列形式，我们认为可能是切在不同层次的纤毛所造成，9 × 2 + 9 × 2 + 0 的两层同心环为近端，而 9 × 2 + 0 的排列为远端(Thurm, 1964)。同时还见到板状感器有嗅孔和嗅孔细管存在。因此可以认为它们是具有嗅觉作用的化学感器。圆顶顶部树状突分枝的膜和嗅孔细管相接触，可以用来鉴别进入嗅孔的环境刺激分子，当赤眼蜂雌体在搜寻寄主和产卵时有司嗅觉的作用。由于雌雄体感器结构的一致性，因此它们的作用也可能相似。在雄体中，除了寻找栖息地外和鉴别雌体的性引诱的嗅觉功能也有关。至于板状感器确切的作用，还有待电生理学进一步证实。

参　考　文　献

戴玲美　1986　松毛虫赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂雌性触角的扫描电镜观察。　山东大学学报(自然科学版) **21** (1)：109—16。

戴玲美、冯建国　1988　舟蛾赤眼蜂雄性触角的扫描电镜观察。　山东大学学报(自然科学版) **23**(1)：126—30。

Barlin, M. R. 1979 Multiporous plate sensilla in parasitic Hymenoptera: Their ultrastructure. *Dissertation Abstr. Int.* (B) **39**(10): 4724.

Barlin, M. R. & S. B. Vinson 1981 Multiporous plate sensilla in antennae of the Chalcidoidea (Hymenoptera). *Int. Jour. Insect Morph. Embryol.* **10**(1): 29—42.

Barlin, M. R., S. B. Vinson & G. L. Piper 1981 Ultrastructure of the antennal sensilla of the cockroach-egg

parasitoid *Tetrastichus hagenowii* (Hymenoptera: Eulophidae). *Jour. Morph.* **168**(1): 97—108.
Borden, J. H., L. Chong & A. Rose 1978 Morphology of the elongate placoid sensillum on the antennae of *Itoplectis conquisitor*. *Annals Ent. Soc. Am.* **71**(2): 223—7.
Borden, J. H., A. Rose & R. T. Chorney 1978 Morphology of the elongate sensillum placodeum on the antennae of *Aphidius smithi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Canadien Jour. Zool.* **56**(4): 519—25.
Norton, W. N. & S. B. Vinson 1974 Antennal sensilla of three parasitic Hymenoptera. *Int. J. Insect Morph. Embryol.* **3**: 305—16.
Richerson, J. V., J. H. Borden & J. Hollingdale 1972 Morphology of a unique sensillum placodeum on the antennae of *Coeloides brunneri* (Hymenoptera: Braconidae). *Can. Jour. Zool.* **50**: 909—13.
Schneider, D. 1964 Insect antennae. *Ann. Rev. Entomol.* **9**: 103—22.
Slifer, E. H. 1969 Sense organs on the antenna of a parasitic wasp, *Nasonia vitripennis* (Hymenoptera, Pteromalidae). *Biol. Bull.* **136**: 253—63.
Slifer, E. H. & S. S. Sekhon 1960 The fine structure of the plate organs on the antenna of the honey bee, *Apis mellifera* Linneaus. *Exp. Cell Res.* **19**: 410—4.
Thurm, U. 1964 Mechanoreceptors in the cuticle of the honey bee: fine structure and stimulus mechanism. *Science* **145**: 1063—5.
Voegelè, J., J. Cals-Usciati, J. P. Pihan & J. Daumal 1975 Structure de l'antenne femella des *Trichogramma*. *Entomophaga*. **20**(2): 161—9.

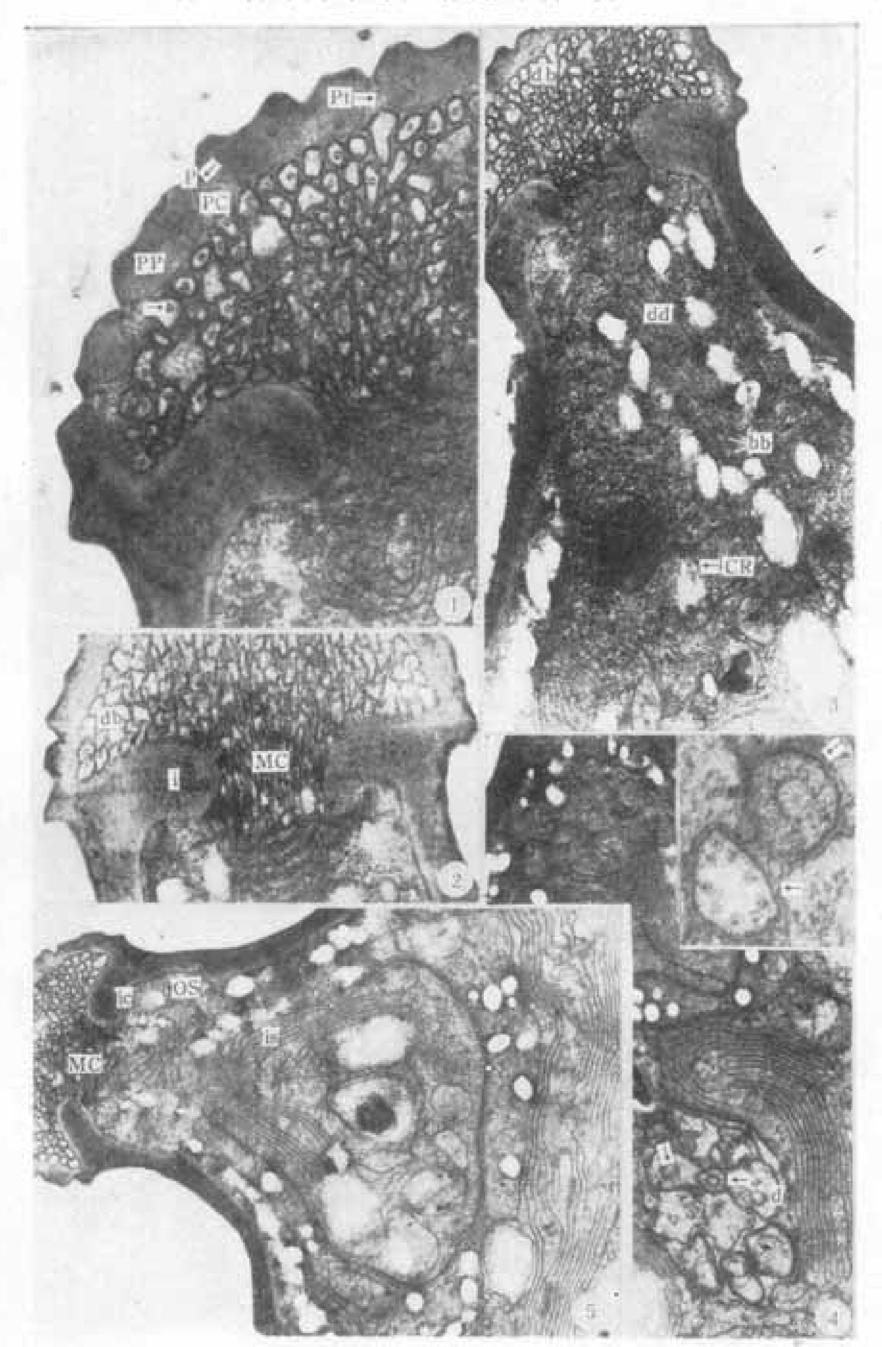
ULTRASTRUCTURE OF THE PLATE SENSILLUM ON THE ANTENNA OF *TRICHOGRAMMA DENDROLIMI*

DAI LING-MEI
(*Department of Biology, Shandong University, Jinan*)

WU DUN-SU GUO YI-SONG
(*Shanghai Institute of Plant Physiology, Academia Sinica, Shanghai*)

The plate sensillum on the antenna of *Trichogramma dendrolimi* is a vaulted elongate plate elevated above the antennal surface. In transverse section it is an elongate dome-shaped structure with cuticular pores. As a result of the cuticular invagination at both lateral sides, the sensillum is divided into a median and two lateral channels. The median channel is 0.7 μm wide and short, and the lateral channels are not distinct in structure. A few branches of the distal part of the dendrite are arranged longitudinally in the median channel. Many branches of the distal part of the dendrite go up to the dome-shaped ceiling of the sensillum. Each dendrite branch contains a neurotubule. The external cuticular pore plate of the sensillum is 0.19—0.25 μm thick. In the pore chamber are pore tubules in contact with the membranes of dendrite branches. The plate sensillum consists of nerve cells, proximal and distal parts of dendrites, ciliary region, and dendrite branches. The distal parts of the dendrites cross the longitudinal axis of the sensillum and enter the median channel at a 90° angle and their branches reach the dome-shaped ceiling of the sensillum. The presence of pore tubules assures the olfactory function of the plate sensillum.

Key words *Trichogramma dendrolimi*——antenna——plate sensillum——ultrastructure



1.感器的圆顶结构　×46500　P. 嗅孔　⇧.嗅孔导管　Pc. 孔室　↑.神经小管　Pt. 嗅孔细管　PP. 孔板；2.感器的中央管　×29750　i. 角质内陷　Mc. 中央管　db. 树状突分枝；3.感器基部　×25500　dd. 树状突远端部分　bb. 基体　CR. 纤毛小根　db. 树状突分枝；4.感器纤毛区　×15600　d. 神经　↑.纤毛近端　⇧.纤毛远端；5.感器附器　×18000　os. 外鞘细胞　is. 内鞘细胞　Mc. 中央管　lc. 侧管